

Lab 블록 매칭을 이용한 객체 탐색 및 타겟팅

이정아, 최 철, 최영관, 박장춘
건국대학교 컴퓨터 · 정보통신공학과
e-mail : firm99@cse.konkuk.ac.kr, {ironman, ychoi, ccpark}@konkuk.ac.kr

Object Detection & Targeting with Lab Block Matching

Lee Jung-a, Chul Choi, Young-Kwan Choi, Chang-Choon Park
Dept. of Computer Engineering · Information Communication, Kon-Kuk University

요 약

영상은 복잡한 객체들의 집합으로 이루어져 있기 때문에 영상에 포함된 객체를 분리하는 일은 컴퓨터 비전이나 인식 등 많은 분야에서 중요시 된다. 영상 처리 측면에서 객체를 분할하기 위해서 색상, 모양, 질감, 움직임 등 다양한 기법들이 이용되고 있다. 본 논문에서는 정확한 색상의 비교를 위해서 CIE 색상 모델을 이용하고 있으며 이것을 기반으로 객체를 추출하고 있다. 그리고 추출된 객체의 해석과 검증을 위해서 모양 기반의 분석법을 이용하고 있다.

본 논문에서는 Pan/Tilt 카메라의 타겟팅(Targeting)과 포커싱(Focusing)을 위해 영상 내에 포함되어진 객체를 검출하기 위한 방법론을 제안하고자 한다. 객체를 인식하기 위해 CIE 색상 모델을 이용한 색상 매칭 기법을 제안하고 있다. 색상의 분포를 파악하기 위해서 CIE 모델이 생성해내는 Lab 블록을 통계적인 방법으로 분석한다. 그리고 분석된 결과는 CIE 블록 매칭(Block Matching) 기법의 기준이 되며 이것을 이용해서 후보 객체 영역(Candidate Object Area)을 추출하게 된다. 추출된 후보 객체 영역을 검증하기 위해서 모멘트를 이용한 모양 기반의 분석을 활용하고 있다.

1. 서론

복잡한 객체들의 집합으로 구성된 영상에서 의미를 가지는 객체의 분리는 컴퓨터 비전이나 인식 등 여러 분야에서 중요시 되어지고 있다. 일반적으로 객체의 분리를 위해 색상(Color), 모양(Shape), 질감(Texture), 움직임(Motion) 등 다양한 기법들이 사용되고 있다.[1]

카메라로 획득한 정지 영상에서 객체를 분리하는 일은 이미 여러 논문을 통해 연구되어 왔다. 물론 움직이는 카메라로 정지된 객체의 타겟팅과 포커싱을 하기 위한 방법도 많이 연구 되었다. 이러한 연구의 일종으로 본 논문에서는 Pan/Tilt 카메라의 타겟팅과 포커싱의 방법으로 사용할 영상 내에 포함되어진 객체를 검출하는 방법론을 제시한다. 이를 위해서 색상 기반 기법으로 후보 객체 영역을 검출한 후 모양 기반 기법을 사용해서 검증하는 방법을 사용한다.

본 논문에서 사용하는 색상 기반 분할 기법은 색상 모델을 CIE 색상 모델로 변환하고, 색상의 특징 분포를 파악하기 위해서 CIE 모델이 생성해내는 CIE L*a*b 블록을 통계적인 방법으로 분석하는 것이다.

분석된 결과는 CIE 블록 매칭 기법의 기준이 되며 이것을 이용해서 후보 객체 영역을 추출하게 된다. 검출된 후보 객체 영역은 모양 기반의 검증을 거친 후 Pan/Tilt 카메라를 이용해 타겟팅과 포커싱한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 먼저 2 장에서는 객체분할에 대한 관련연구를 기술하고, 3 장에서는 본 논문의 시스템구조를 기술한다. 4 장에서는 이미지 획득 부분을 설명하고, 5 장에서는 CIE L*a*b 블록 매칭 부분을 소개하며, 6 장에서는 객체 해석과 검증 부분을 설명한다. 마지막으로 7 장과 8 장에서는 실험 결과 및 논문의 결론을 기술한다.

2. 관련연구

영상내의 객체 분할이란 색상, 모양, 질감, 움직임을 객체 등을 이용하여 영상 내에 존재하는 객체를 배경 및 다른 객체와 분할하고, 분할 정보에 따라 영상에 포함된 객체들을 인식하는 것을 말한다. 색 정보를 사용하는 방법 중 색상 분포에 대한 유사도 측정을 위한 가장 보편적인 방법으로 칼라 히스토그램 인터섹션(Color Histogram Intersection)을 들 수 있는데 이

방법은 매우 간단하면서도 2 차원이나 3 차원적인 위치적 변화나 회전 등에 견고한 특징을 가진다[2].

다음에서 칼라 히스토그램 인터섹션 기법 중 대표적인 두 가지 기법을 소개한다. 우선 Swain[3][4]의 논문에서 제시되어진 FINDIT 은 HVC(Hue-Value-Chroma) 색상 모델을 기본으로 하고 있으며 색상의 분포를 파악하기 위해서 Hue-Chroma 히스토그램을 사용하고 있다. 그리고 색상 히스토그램의 비교를 위해서 <식 1> 과 같은 히스토그램 인터섹션 (Histogram Intersection) 기법을 사용한다.

$$D(h(I), h(Q)) = \frac{\sum_{j=1}^m \min(h(I)_j, h(Q)_j)}{\sum_{j=1}^n h(Q)_j}$$

<식 1> FINDIT 의 히스토그램 인터섹션

<식 1>에서는 영상 I 와 Q 의 히스토그램을 j 레벨로 구분하고 있으며 해당 히스토그램은 h(I)와 h(Q)와 같이 표현하고 있다. h(Q)와 h(I)의 유사도를 측정하기 위해서 D(h(I), h(Q))를 이용하고 있다.

다음으로 IBM 의 QBIC[5]은 색상 히스토그램, 질감, 모양 정보를 포함한 CBIR(Content Based Image Retrieval) 시스템이다. QBIC 에서는 RGB 색상 모델을 사용하며 히스토그램을 256 레벨로 나눈다. 하지만 다른 시스템과 약간 다른 것은 동일한 크기로 나뉘어진 256 레벨이 아니라 색상 모델의 개념적인 거리에 기반하여 서로 다르게 나뉘어 진다는 것이다. 그리고 두 히스토그램을 비교하기 위한 방법은 <식 2>와 같이 나타낼 수 있다.

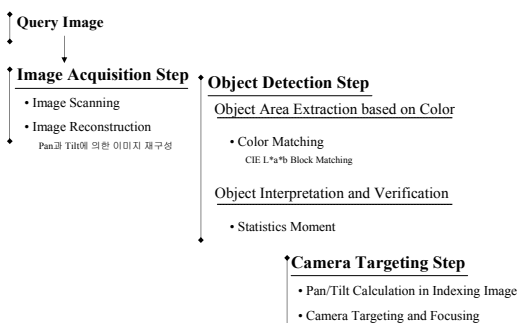
$$D^2(h(I), h(Q)) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m a_{ij} (h(I)_i - h(Q)_j)^2 = (h(I) - h(Q))^T A (h(I) - h(Q))$$

<식 2> IBM 의 히스토그램 인터섹션

색상 기반 기법을 사용하는 본 논문에서는 색 정보를 분석하기 위해서 CIE 색상 모델과 L*a*b 블록 매칭 기법을 사용하고 있다. 그리고 모양 기반의 객체 해석 및 인식 기법을 사용해서 객체를 검출하고 있다.

3. 시스템 구조

본 논문의 전체적인 시스템 구조는 크게 영상 획득 과정과 객체 검출 과정, 그리고 카메라 타겟팅 과정의 3 단계로 나눌 수 있다. (그림 1)은 논문의 전체적인 구조를 나타낸다.

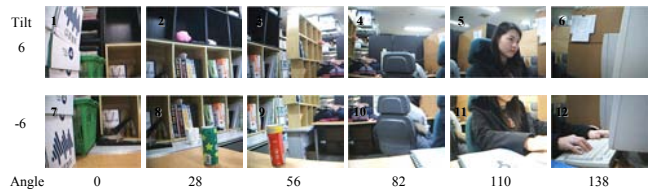


(그림 1) 시스템 구조도

영상 획득 단계(Image Acquisition Step)에서는 영상을 획득하고 타겟팅을 위한 인덱싱 처리를 하게 된다. 다음 단계로 객체 추출 단계(Object Detection Step)에서는 색상 기반의 후보 객체 영역 추출(Candidate Object Area Extraction)과 모양 기반 객체 해석(Object Interpretation and Verification) 과정을 거쳐서 정확한 객체를 인식하게 된다. 마지막으로 검색된 객체의 타겟팅 단계(Object Targeting Step)에서 인덱싱된 영상 속에서 인식된 객체가 포함되어 있는 이미지를 찾아 Pan/Tilt 카메라를 타겟팅시키고 해당 객체를 포커싱하게 된다.

4. Image Acquisition

특정 쿼리 영상을 검색하기 위해서 Pan/Tilt 카메라를 이용해서 전체 영역을 스캐닝함으로써 검색에 필요한 영상들을 획득하게 된다.



(그림 2) 각 Angle 과 Tilt 에 따른 영상 획득



(그림 3) 재구성된 영상

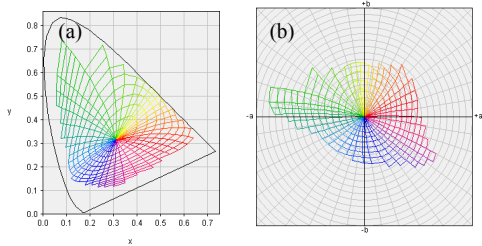
(그림 2)와 같이 회전하며 좌우 28° 간격, 상하 12° 간격으로 영상을 획득한다. 반복되는 부분이 최소화되도록 재구성한 것을 (그림 3)에서 보여주고 있다.

5. L*a*b Block Matching

본 논문에서는 객체를 인식하기 위해 CIE 색상 모델을 이용한 색상 매칭 기법을 이용하고 있다. 먼저 CIE 모델로 색상을 변경하며 색상의 분포를 분석하기 위해서 CIE 모델상의 블록을 통계적인 방법으로 분석한다.

5.1 CIE Color Model Transform

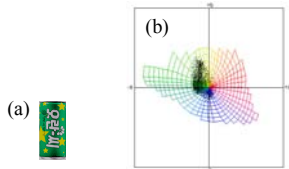
CIE 색상 모델은 가시영역의 세가지 기본 색으로는 모든 색상을 나타낼 수 없다는 이유로 만들어진 색상 모델로써 실존하는 색이 아닌 가상 색을 기본으로 정의하고 있다.



(그림 4) (a) xyY Model (b) CIE L*a*b Model

CIE 색상 모델은 xyY 모델, L*a*b 모델, LUV 모델이 있는데 그 중에서도 L*a*b 컬러 모델은 밝기 (Lightness)와 두 개의 색 영역(a 와 b)으로 정의된다. (그림 4)는 xyY 모델과 L*a*b 색상 모델을 보여주고 있으며 a의 색 영역은 녹색에서 적색, b의 색 영역은 청색에서 황색에 걸쳐있다는 것을 볼 수 있다.

본 논문에서는 좀더 정확한 색상 정보를 사용하기 위해 RGB 색상 모델로 이루어진 영상을 CIE L*a*b 색상 모델로 변환한다.



(그림 5) (a) Query Image (b) Transform CIE Color Model

(그림 5)의 (b)는 (a)에 있는 쿼리 영상을 CIE 색상 모델로 변환한 것을 보여주고 있다.

5.2 High Density Block Matching

(그림 6)의 (b)는 RGB 로 구성되어 있는 쿼리 영상 (a)를 CIE L*a*b 로 변환하여 CIE L*a*b 공간에 투영시킨 후 <식 3>을 이용하여 각 블록 안의 픽셀의 밀도를 비교하여 고밀도 블록(High Density Block)들을 찾아낸다.

$$W(x) = Cx / N \sum_{x=1}^n W(x) = 1$$

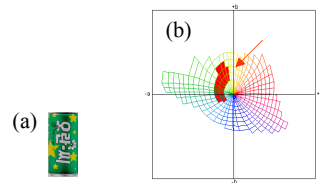
<식 3> 확률 밀도

Cx 는 x 번째 CIE 블록이 포함하고 있는 픽셀 수를 의미하며 x 번째 블록의 확률밀도는 <식 3>의 W(x)로 나타낼 수 있다. 고밀도 블록을 구별하기 위해서 밀도에 의한 정렬이 필요하며, 정렬된 확률밀도 함수를 S(x)라고 할 때 S(x)의 고밀도 블록의 선택 조건은 <식 4>와 같이 나타낼 수 있다.

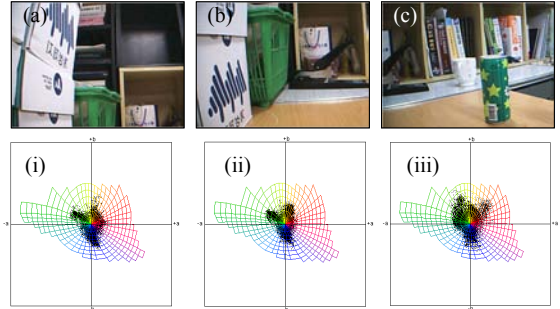
$$\sum_{x=1}^r S(x) < \sigma$$

<식 4> 고밀도 블록의 선택 조건

S(x)의 r 번째까지의 합이 임계치(σ)이하일 때의 블록만을 고밀도 블록으로 선택된다. (그림 6)의 (b)는 CIE 블록에서 쿼리 영상에 대한 고밀도 블록을 보여주고 있다.



(그림 6) (a) Query Image (b) High Density Block Selection



(그림 7) Projection of CIE L*a*b Block

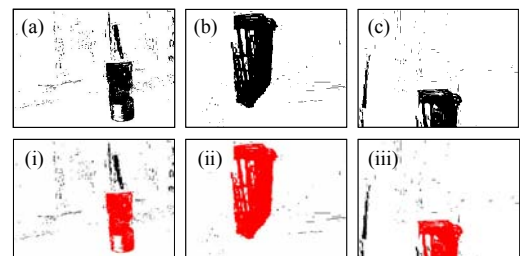
인택싱된 영상을 CIE 블록에 투영시켰을 때 (그림 7)과 같이 나타낼 수 있으며 (그림 7)의 (i), (ii), (iii)는 쿼리 영상의 CIE 고밀도 블록과 매칭시킴으로써 원하는 색 영역을 검출할 수 있다.

6. Object Extraction and Verification

CIE L*a*b 블록 매칭으로 선택되어진 영역은 후보 객체 영역 추출(Candidate Object Area Extraction)과 객체 해석과 검증(Object Interpretation and Verification) 단계를 거치게 된다.

6.1 Candidate Object Area Extraction

후보 객체 영역을 추출하기 위해서 (그림 6)의 (b)에서 보여주는 고밀도 블록과 (그림 7)의 (i), (ii), (iii)를 블록 매칭시켜야 한다.



(그림 8) (a)(b)(c) CIE L*a*b Matching Result (i)(ii)(iii) Candidate Area Selection

(그림 8)의 (a), (b), (c)는 CIE 블록(고밀도 블록)을 매칭시켰을 때의 결과를 보여주고 있으며 이 결과로부터 후보 객체 영역이 결정된다. (그림 8)의 (i), (ii), (iii)는 4-Connective 를 사용하여 잡음을 제거하고 큰 영역들만 후보 객체 영역으로 선택된 것을 나타낸다.

6.2 Object Interpretation and Verification

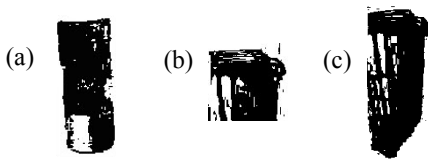
모양 정보를 알아내기 위해서 불변 모멘트(Invariant Moment)를 기반으로 모양 정보를 추출해서 찾고자 하는 객체인지 아닌지 검증한다.

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^m \sum_{y=0}^n x^p y^q f(x)$$

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^m \sum_{y=0}^n (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q f(x)$$

<식 5> Invariant Moment

이차원적인 공간 좌표의 특성을 추출하기 위한 불변 모멘트는 도형의 특성을 차수를 다르게 함으로써 1 차에서 7 차까지의 모멘트 성분[6][7]으로 구분하고 있다. 이러한 모멘트를 구하는 공식은 <식 5>에서 보여주고 있다.



(그림 9) Candidate Areas

모양의 정보를 추출하기 위해 후보 객체 영역들을 이진화한 후에 2 차원 좌표 공간에 투영함으로써 물체의 형태만 알아내게 된다. (그림 9)에서 이진화된 후보 객체 영역들을 볼 수 있다. 그리고, 모양 기반의 특징값을 추출하기 위해서 이진 영상의 불변 모멘트를 이용하고 있다.

불변모멘트 (Log)	Query 영상	(a) 영상	(b) 영상	(c) 영상
1차	16.342298309	18.672343545	24.272619494	20.698157062
2차	13.638018029	15.640857679	170.01375385	27.014755270
3차	86.718598805	90.531217213	23.702359235	97.894506269
4차	0.925763840	0.146367516	1.280654296	10.388518083
5차	-8.238825145	-4.067742827	6.119136777	5.850292343
6차	-3.409621031	1.027637117	14.865677472	8.431690245
7차	0.962098895	0.014571989	-3.512816648	25.49281329

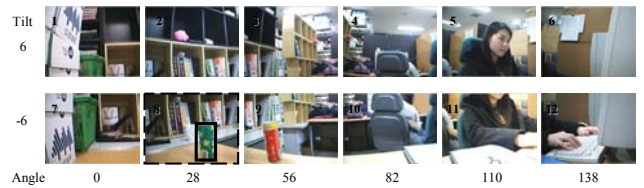
(표 1) Result of Shape Moments

(표 1)에서 쿼리 영상과 후보 객체 영상에 불변 모멘트를 적용한 결과값들을 보여주고 있다. 이를 보면 (a)영상의 수치가 쿼리 영상의 결과값과 가장 유사하게 분포되어 있는 것을 알 수 있다. 그리고, 이를 통해 (a)가 가장 비슷한 모양이라는 것을 알 수 있다. (c) 영상 또한 비슷한 결과값을 보여주고 있지만 (a)영상의 결과값이 더 유사한 분포를 가지고 있으므로 찾고자 하는 객체에 더 가까운 것을 알 수 있다.

7. 실험 및 결과

제안한 방법을 이용한 실험 결과 여러 영상중에서 쿼리 영역을 보다 정확하게 찾아 낼 수 있었고, 조건에 만족하지 않는 객체들은 추출되지 않았다. Pan/Tilt 카메라가 회전하면서 스캐닝한 영상 중에 쿼리 영역이 포함되어 각도인 회전각(Angle) 28° 와 경사각(Tilt) -6° 로 타겟팅한 후, 객체 영역이 있는 부분을 포커싱

하였다.



(그림 9) Camera Targeting and Focusing

(그림 9)에서 해당각도에 타겟팅과 포커싱이 된 결과를 볼 수 있다.

8. 결론

지금까지 색상 정보와 모양 정보를 이용하여 영상에서 객체를 분리해내는 과정을 살펴 보았다. 제일 먼저 RGB 로 구성되어 있는 칼라 영상을 CIE 기반의 색상 모델로 변환하여 CIE 모델이 생성해내는 CIE Lab 블록과 통계적인 분석을 통해서 CIE 고밀도 블록을 찾을 수 있었다. 그리고 고밀도 블록을 사용하여 CIE 색상 모델로 변환한 영상들에서 객체 영역의 특징을 찾아내어 후보 객체 영역으로 검출 하였다. 후보 객체 영역으로 선택된 영역들을 모양 기반 방법인 불변 모멘트(Invariant Moment)를 이용해서 분석하고 정확한 객체 영역으로 검증하였다. 마지막으로 검출된 객체를 Pan/Tilt 카메라를 이용해서 탐색하고 포커싱하였다.

본 논문에서는 객체를 분할 할 때 CIE 색상 모델을 사용함으로써 보다 정확하게 객체 영역을 판단할 수 있었고, CIE L*a*b 블록의 통계적 분석을 통하여 색상 특징 분석을 위한 보다 신뢰있는 기준으로 객체를 분할할 수 있었다.

참고문헌

[1] Gonzalez, Rafael C; Woods, Richard Z “Digital Image Processing”, Addison-wesley pub co(sd), 1998
 [2] M Swain and D. Ballard, “Color indexing”, Int’l J. of Computer Vision 7(1), 11-32, 1991
 [3] M. Swain, “Interactive indexing into image databases”, Proc. SPIE, Vol. 1908, 1993.
 [4] Yihong Gong, “Intelligent image databases: towards advanced image retrieval”, Kluwer Academic Publishers, 1998.
 [5] M. Flickner et al. “Query by image and video content: The QBIC system”, IEEE Computer, 28(9):23-32, Sep. 1995.
 [6] M. K. Hu, “Pattern recognition by moment invariants”, Proc. IEEE, Vol. 49, No. 9, pp. 1428, Sep. 1961.
 [7] M. K. Hu, “Visual pattern Recognition by moment invariants”, IRE Trans. on Information Theory, Vol. 17-8, No. 2, pp. 179-187, Feb. 1962
 [8] Image Processing, Randy Crane, classical & modern techniques in c.